

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-120556

(P2004-120556A)

(43) 公開日 平成16年4月15日(2004.4.15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H03H 9/19

F1

H03H 9/19

L

テーマコード(参考)

5J108

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-283333 (P2002-283333)  
 (22) 出願日 平成14年9月27日(2002.9.27)

(71) 出願人 000149734  
 株式会社大真空  
 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野138  
 9番地  
 (74) 代理人 100075502  
 弁理士 倉内 義朋  
 (72) 発明者 佐藤 俊介  
 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野138  
 9番地 株式会社大真空内  
 (72) 発明者 藤井 智  
 兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野138  
 9番地 株式会社大真空内  
 Fターム(参考) 5J108 BB02 CC06 CC09 FF07 KK02

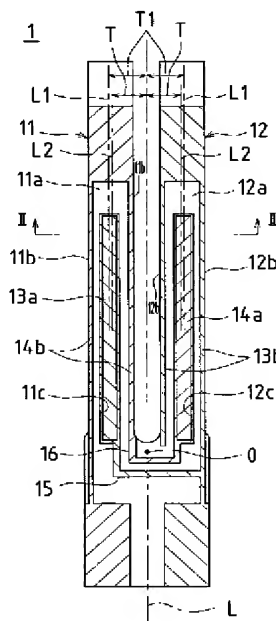
(54) 【発明の名称】 音叉型振動片及び音叉型振動子

(57) 【要約】

【課題】脚部に溝部を備えその内部に溝内電極が形成された音叉型水晶振動片及び音叉型振動子に対し、振動片の表面に形成される電極同士の短絡等の電氣的な不良を回避する。

【解決手段】脚部11、12に形成される溝部11c、12cや溝内電極13a、14aの位置を脚部11、12の幅方向の中央位置よりも外側にオフセットさせる。これにより、CI値を劣化させることとなしに、溝内電極13a、14aが引き回し電極16や側面電極14bに接触してしまうことを回避できる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の脚部を備え、各脚部の主面に溝部が形成されていると共に、この溝部の内部に溝内電極が、脚部の側面に側面電極がそれぞれ形成されて成る音叉型振動片において、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線から溝部の幅方向中心位置までの距離が、上記中心線から脚部の幅方向中心位置までの距離よりも長く設定されていることを特徴とする音叉型振動片。

## 【請求項 2】

複数の脚部を備え、各脚部の主面に溝部が形成されていると共に、この溝部の内部に溝内電極が、脚部の側面に側面電極がそれぞれ形成されて成る音叉型振動片において、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線から溝内電極の幅方向中心位置までの距離が、上記中心線から脚部の幅方向中心位置までの距離よりも長く設定されていることを特徴とする音叉型振動片。

10

## 【請求項 3】

複数の脚部を備え、各脚部の主面に溝部が形成されていると共に、この溝部の内部に溝内電極が、脚部の側面に側面電極がそれぞれ形成されて成る音叉型振動片において、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線から溝部の幅方向中心位置までの距離及び上記中心線から溝内電極の幅方向中心位置までの距離が、上記中心線から脚部の幅方向中心位置までの距離よりも共に長く設定されていることを特徴とする音叉型振動片。

20

## 【請求項 4】

上記請求項 1～3 のうち何れか一つに記載の音叉型振動片において、各主面に形成されている溝部の形状は、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線に対して互いに対称形状に形成されていることを特徴とする音叉型振動片。

## 【請求項 5】

上記請求項 1～4 のうち何れか一つに記載の音叉型振動片において、各溝部の内部に形成されている溝内電極の形状は、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線に対して互いに対称形状に形成されていることを特徴とする音叉型振動片。

## 【請求項 6】

上記請求項 1～5 のうち何れか一つに記載の音叉型振動片を備え、この音叉型水晶振動片がパッケージ内に取り付けられて構成されていることを特徴とする音叉型水晶振動子。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、音叉型振動片及びその音叉型振動片を備えた音叉型振動子に係る。特に、本発明は、振動片表面に形成される電極同士のショート（短絡）等の不良を回避するための改良に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来より、圧電振動デバイスの一の種類として、小型化を図ることが容易な音叉型水晶振動子が知られている。この種の振動子は、例えば下記の特許文献 1 に開示されているように、エッチング加工により音叉型に成形された水晶ウェハに対してフォトリソグラフィ技術を利用して表面に所定の電極が形成されて成る音叉型水晶振動片を備えている。

40

## 【0003】

また、下記の特許文献 2 には、音叉型水晶振動片の各脚部それぞれの表裏面（主面）中央部に溝部を成形した構成が開示されている。このように脚部の表裏面に溝部を成形した場合、振動片を小型化しても脚部の振動損失が抑制され、CI 値（クリスタルインピーダンス）を低く抑えることができ有効である。この種の音叉型水晶振動子は、特に、時計等の精密機器に搭載するのに適している。

50

## 【0004】

この種の音叉型振動片の表面に形成されている電極の形状について以下に具体的に説明する。

## 【0005】

図9は一般的な音叉型水晶振動子に備えられる音叉型水晶振動片aを示している。この音叉型水晶振動片aは、2本の脚部b、cを備えており、各脚部b、cに第1励振電極d1、d2及び第2励振電極e1、e2が形成されている。図9では、これら励振電極d1、d2、e1、e2の形成部分に斜線を付している。

## 【0006】

また、本音叉型水晶振動片aは、各脚部b、cそれぞれの表裏面となる主面b1、c1に矩形の溝部b2、c2が成形されている。 10

## 【0007】

そして、上記第1の励振電極としては、一方の脚部bの表裏面（主面）b1に成形されている溝部b2の内部に形成された溝内電極d1と、他方の脚部cの側面c3に形成された側面電極d2とにより構成されており、これらが引き回し電極fによって接続されている。

## 【0008】

同様に、第2の励振電極としては、他方の脚部cの表裏面（主面）c1に成形されている溝部c2の内部に形成された溝内電極e1と、一方の脚部bの側面b3に形成された側面電極e2とにより構成されており、これらが引き回し電極gによって接続されている。 20

## 【0009】

また、各溝部b2、c2の内部に形成される溝内電極d1、e1は、溝部b2、c2及び溝内電極d1、e1に多少の加工誤差が生じたとしても、溝部b2、c2の内部全体に亘って溝内電極d1、e1が形成されるように、図9に示す平面視において、溝部b2、c2の面積よりも溝内電極d1、e1の面積の方が僅かに大きく設定されている。このため、実際には、溝内電極d1、e1は、各溝部b2、c2の底面から縦壁（図9の紙面に直交する方向の面）及び主面b1、c1に亘って形成されることになる。例えば、脚部b、cそれぞれの幅寸法（図中左右方向の寸法）が200 $\mu$ mである場合、この主面b1、c1への溝内電極d1、e1の回り込み寸法（図中の寸法A）は10 $\mu$ m程度である。

## 【0010】

更に、側面b3、c3に形成される側面電極e2、d2は、引き回し電極f、gとの接続を良好に確保するために、側面b3、c3から主面b1、c1に亘って僅かに回り込むように形成されている。例えば、脚部b、cそれぞれの幅寸法が200 $\mu$ mである場合、この主面b1、c1への側面電極e2、d2の回り込み寸法（図中の寸法B）も10 $\mu$ m程度である。 30

## 【0011】

## 【特許文献1】

特開平10-294631号公報

## 【特許文献2】

特開2002-76806号公報 40

## 【0012】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した音叉型水晶振動片aにおいてCI値を効果的に低く抑えるためには、溝部b2、c2の開口面積及びその深さをできるだけ大きく確保しておくことが好ましい。

## 【0013】

しかしながら、この溝部b2、c2の開口面積を大きく確保し、その内部に溝内電極d1、e1を形成する場合、必然的に溝内電極d1が引き回し電極gや側面電極e2に接近することになり、これらのショートが懸念される。特に、近年開発が進んでいる超小型の水晶振動子（例えば脚部の幅寸法が120 $\mu$ m程度のもの）にあっては、図9に示す電極形 50

状において、左側の脚部 b に形成されている溝内電極 d 1 と、脚部 b の内側（右側の脚部 c に近接する側）に位置する引き回し電極 g や側面電極 e 2 との間（図 9 における C 部分）でのショートが懸念される。このため、引き回し電極 g やそれに繋がる側面電極 e 2 にあっては、側面 b 3 から主面 b 1 に亘る回り込み寸法 B を小さく設計せざるを得ない。

#### 【0014】

しかし、引き回し電極 g 及び側面電極 e 2 の回り込み寸法 B を小さく設定した場合、これら引き回し電極 g と側面電極 e 2 との接続状態の信頼性が劣ることになってしまい、場合によっては断線が発生してしまうこともある。つまり、これら電極 g, e 2 は脚部 b の内側のエッジ近傍で接続しているためこの接続部分にあっては電極膜の膜厚が十分に得られていない可能性があり、そのため上記回り込み寸法 B が小さくなったのでは良好な接続状態を得ることができなくなってしまう。

10

#### 【0015】

一方、上述した如く溝部 b 2 の開口面積を大きく確保しようとした場合、この溝部 b 2 の開口縁部が引き回し電極 g や側面電極 e 2 に接近することになるが、上記フォトリソグラフィ技術を利用して溝部 b 2 に溝内電極 d 1 を形成する際、溝部 b 2 のエッジ付近（溝部 b 2 と主面 b 1 との間の境界部付近）でレジスト液の表面張力の影響によるレジスト液盛り上がり現象が発生し、溝内電極 d 1 の外縁形状を高精度で加工することが困難になる場合がある。つまり、溝部 b 2 の存在の影響によって溝内電極 d 1 の加工精度が低下してしまう。そして、溝内電極 d 1 の外縁形状が適切に得られない状況では、この溝内電極 d 1 の主面 b 1 への回り込み寸法も適切に得られなくなり、上記 C 部分付近において溝内電極 d 1 が引き回し電極 g や側面電極 e 2 に接触してショートが発生してしまう可能性がある。

20

#### 【0016】

このように、脚部 b, c に溝部 b 2, c 2 を備え、且つその内部に溝内電極 d 1, e 1 が形成された音叉型水晶振動片 a にあっては、溝部 b 2 や溝内電極 d 1 の存在に起因する電極同士のショートや断線等の電気的な不良が生じてしまう可能性があった。このため、この種の音叉型振動片 a にあっては、構造の更なる改良が求められていた。

#### 【0017】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、脚部に溝部を備えその内部に励振電極（溝内電極）が形成された音叉型水晶振動片及び音叉型振動子に対し、振動片の表面に形成される電極同士の短絡等の電気的な不良を回避することにある。

30

#### 【0018】

##### 【課題を解決するための手段】

##### －発明の概要－

上記の目的を達成するために、本発明は、脚部に形成される溝部や溝内電極の位置を脚部の幅方向の中央に位置させるのではなく、外側にオフセットさせることにより、溝内電極が引き回し電極や側面電極に接触してしまうことを回避できるようにしている。言い換えると、溝部の幅方向中心位置や溝内電極の幅方向中心位置を、脚部の幅方向中心位置よりも振動中心位置から遠ざかる側に位置させることで上記接触が回避できるようにしている。尚、このように溝部や溝内電極の位置を脚部の幅方向の外側にオフセットさせたとしても上記 C I 値を劣化させることはない（このことは後述するシミュレーション結果により確認されている）。

40

#### 【0019】

##### －解決手段－

具体的には、複数の脚部を備え、各脚部の主面に溝部が形成されていると共に、この溝部の内部に溝内電極が、脚部の側面に側面電極がそれぞれ形成されて成る音叉型振動片を前提とする。この音叉型振動片に対し、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線から溝部の幅方向中心位置までの距離を、上記中心線から脚部の幅方向中心位置までの距離よりも長く設定している。

50

## 【0020】

例えばフォトリソグラフィ技術を利用して溝部に溝内電極を形成する際に、溝部のエッジの影響によって溝内電極の外縁形状を高精度で加工することが困難な状況が発生したとしても、上記の特定事項によれば、この溝部の位置が側面電極から遠ざかる位置に形成されているため、この溝部のエッジの存在による影響が側面電極の周辺にまで及ぶことが抑制される。つまり、上記溝部のエッジの影響によって溝内電極の主面への回り込み寸法が適切に得られない状況となっても溝内電極が側面電極や引き回し電極に接触してしまうことが抑制されてショートが発生が回避できる。

## 【0021】

また、上記目的を達成するための他の解決手段としては以下のものが掲げられる。つまり、前提を上述した解決手段に係る前提と同じ音叉型振動片とする。そして、この音叉型振動片に対し、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線から溝内電極の幅方向中心位置までの距離を、上記中心線から脚部の幅方向中心位置までの距離よりも長く設定している。

10

## 【0022】

この特定事項によれば、溝部の形成位置に拘わりなく、溝内電極の位置が側面電極から遠ざかる位置に形成されることになるため、この溝内電極が側面電極や引き回し電極に接触してしまうことが抑制されてショートが発生が回避できる。このため、引き回し電極やそれに繋がる側面電極の脚部側面から主面への回り込み寸法を小さく設計しておく必要はなく、引き回し電極と側面電極との接続状態の信頼性を良好に確保することができてこの両者間での断線の発生を防止することができる。

20

## 【0023】

更に、上記各解決手段を併用することも可能である。つまり、上記音叉型振動片に対し、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線から溝部の幅方向中心位置までの距離及び上記中心線から溝内電極の幅方向中心位置までの距離を、上記中心線から脚部の幅方向中心位置までの距離よりも共に長く設定するものである。この特定事項によれば、上述した各解決手段による作用を共に得ることができ、溝内電極が側面電極や引き回し電極に接触してしまうことが確実に抑制されてショートが発生が回避でき、且つ引き回し電極と側面電極との接続状態の信頼性を良好に得ることができてこの両者間での断線の発生を防止することができる。

30

## 【0024】

また、後述するシミュレーション結果に示すように、溝部や溝内電極の位置を上記の如き設定した場合であっても、C I 値を劣化させてしまうことは殆どない。つまり、音叉型振動片の振動特性に悪影響を与えることなしに上記ショート及び断線を回避することが可能である。

## 【0025】

また、各脚部に形成される溝部及び溝内電極の具体的な形状としては以下のものが掲げられる。つまり、各主面に形成されている溝部の形状が、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線に対して互いに対称形状に形成されている。同様に、各溝部の内部に形成されている溝内電極の形状も、上記中心線に対して互いに対称形状に形成されている。

40

## 【0026】

これらの特定事項によれば、各脚部の振動特性を均等に維持することができるため、音叉型水晶振動片の振動モードに悪影響を与えることなしに上述したショート及び断線を回避することが可能になる。

## 【0027】

また、上述した各解決手段のうち何れか一つに記載の音叉型振動片を備え、この音叉型水晶振動片がパッケージ内に取り付けられて構成された音叉型水晶振動子も本発明の技術的思想の範疇である。つまり、本解決手段によれば、電極同士のショートや断線が生じていないことで信頼性が高く、且つ溝部を形成したことの効果である良好なC I 値が得られて

50

いる音叉型水晶振動子を提供できる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。本形態は、2本の脚部を備えた音叉型水晶振動子に本発明を適用した場合について説明する。

【0029】

—音叉型水晶振動子の構成説明—

図1は本形態に係る音叉型水晶振動子に備えられる音叉型水晶振動片1を示す図である。また、図2は図1におけるI I—I I線に沿った断面図である。

【0030】

この音叉型水晶振動片1は、2本の脚部11、12を備えており、各脚部11、12に第1励振電極13a、13b及び第2励振電極14a、14bが形成されている。図1では、これら励振電極13a、13b、14a、14bの形成部分に斜線を付している。

【0031】

また、本音叉型水晶振動片1は、各脚部11、12それぞれの表裏面となる主面11a、12aに矩形状の溝部11c、12cが成形されている。これら各溝部11c、12cの形状（幅寸法、長さ寸法、深さ寸法）は互いに同一形状となっている。

【0032】

このように各脚部11、12の表裏面に溝部11c、12cを成形した場合、音叉型水晶振動片1を小型化しても脚部11、12の振動損失が抑制され、C I値（クリスタルインピーダンス）を低く抑えることができ有効である。

【0033】

そして、上記第1の励振電極としては、一方の脚部11の表裏面（主面）11aに成形されている溝部11cの内部に形成された溝内電極13aと、他方の脚部12の側面12bに形成された側面電極13bとにより構成されており、これらが引き回し電極15によって接続されている。

【0034】

同様に、第2の励振電極としては、他方の脚部12の表裏面（主面）12aに成形されている溝部12cの内部に形成された溝内電極14aと、一方の脚部11の側面11bに形成された側面電極14bとにより構成されており、これらが引き回し電極16によって接続されている。

【0035】

これら励振電極13a、13b、14a、14bは、クロム（Cr）及び金（Au）の金属蒸着によって形成された薄膜であって、その膜厚は例えば2000Åに設定されている。

【0036】

また、各溝部11c、12cの内部に形成される溝内電極13a、14aは、溝部11c、12c及び溝内電極13a、14aに多少の加工誤差が生じたとしても、溝部11c、12cの内部全体に亘って溝内電極13a、14aが形成されるように、図1に示す平面視において、溝部11c、12cの面積よりも溝内電極13a、14aの面積の方が僅かに大きく設定されている。このため、実際には、図2にも示すように、溝内電極13a、14aは、各溝部11c、12cの底面から縦壁及び主面11a、12aに亘って形成されることになる。例えば、脚部11、12それぞれの幅寸法が120μmである場合、この主面11a、12aへの溝内電極13a、14aの回り込み寸法（図2中の寸法A）は5μm程度である。

【0037】

更に、側面11b、12bに形成される側面電極14b、13bは、引き回し電極15、16との接続を良好に確保するために、側面11b、12bから主面11a、12aに亘って僅かに回り込むように形成されている。例えば、脚部11、12の幅寸法が120μmである場合、この主面11a、12aへの側面電極14b、13bの回り込み寸法（図

10

20

30

40

50

2 中の寸法 B) も  $5\ \mu\text{m}$  程度である。

【0038】

このような構成の音叉型水晶振動片 a が図示しないパッケージ内に取り付けられることにより音叉型水晶振動子が構成される。

【0039】

—溝部及び溝内電極の形成位置の説明—

以下、本形態の特徴部分である上記溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a の形成位置について説明する。

【0040】

図 1 に示すように、各脚部 11, 12 の主面 11a, 12a に形成されている溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a の形成位置としては、本音叉型水晶振動片 1 の振動中心点 (図 1 における点 O) を通り且つ脚部 11, 12 の延長方向 (図 1 の上下方向) に沿って伸びる中心線 L から溝部 11c, 12c の幅方向中心位置 (この溝部 11c, 12c の中心線を直線 L1 で示す) までの距離 T1 が、上記中心線 L から脚部 11, 12 の幅方向中心位置 (この脚部 11, 12 の中心線を直線 L2 で示す) までの距離 T よりも長く設定されている ( $T1 > T$ )。同様に、上記中心線 L から溝内電極 13a, 14a の幅方向中心位置 (本形態では、溝内電極 13a, 14a の中心線は上記直線 L1 と一致している) までの距離 T1 が、上記中心線 L から脚部 11, 12 の幅方向中心位置 (上記直線 L2) までの距離 T よりも長く設定されている ( $T1 > T$ )。

10

【0041】

言い換えると、溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a の形成位置としては、この溝部 11c, 12c の幅方向の中心位置及び溝内電極 13a, 14a の幅方向の中心位置が、脚部 11, 12 の幅方向の中心位置よりも、振動中心位置から遠ざかる側に位置されている。更に、言い換えると、従来では、溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a は各脚部 11, 12 の主面 11a, 12a の幅方向の中央に形成されていたが、本形態では、溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a は各脚部 11, 12 の主面 11a, 12a の幅方向の中央位置よりも外側位置 (図 1 における左右方向の外側) に形成されている。

20

【0042】

この構成により、溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a の内側端縁 (音叉型振動片 1 の中心線 L 側の端縁) と脚部 11, 12 の内側端縁 (同じく音叉型振動片 1 の中心線 L 側の端縁) との距離を大きく確保することが可能となり、主面 11a, 12a への側面電極 13b, 14b の回り込み寸法や引き回し電極 16 の主面 11a, 12a への回り込み寸法の自由度を拡大することができる。図 1 に示すものでは、主面 11a, 12a 上における溝内電極 13a, 14a とその内側 (音叉型振動片 1 の中心線 L 側) に形成されている側面電極 13b, 14b との間隔を大きく確保するように設計している。

30

【0043】

これに対し、図 3 に示すものは、これら側面電極 13b, 14b 及び引き回し電極 16 の主面 11a, 12a への回り込み寸法を大きく確保し、これによって側面電極 14b と引き回し電極 16 との接続状態の信頼性を大きく確保して断線の発生を確実に回避できるようにしている。

40

【0044】

このように、本形態では、先ず、溝部 11c, 12c の位置を脚部 11, 12 の幅方向の外側にオフセットさせたことにより、溝内電極 13a をフォトリソグラフィ技術を利用して溝部 11c 内に形成する際に溝部 11c のエッジの影響によって溝内電極 13a の外縁形状を高精度で加工することが困難な状況が発生したとしても、この溝部 11c の位置が側面電極 14b から遠ざかる位置に形成されていることで、溝部 11c のエッジの存在による影響が側面電極 14b の周辺にまで及ぶことが抑制される。つまり、上記溝部 11c のエッジの影響によって溝内電極 13a の主面 11a への回り込み寸法が適切に得られない状況となっても溝内電極 13a が側面電極 14b や引き回し電極 16 に接触してしま

50

うことが抑制されてショートが発生が回避でき、信頼性の高い音叉型水晶振動片 1 を提供できる。

【0045】

また、溝内電極 13a, 14a の位置を脚部 11, 12 の幅方向の外側にオフセットさせたことにより、溝内電極 13a, 14a の位置が側面電極 13b, 14b から遠ざかる位置に形成されることになるため、この溝内電極 13a, 14a が側面電極 13b, 14b や引き回し電極 16 に接触してしまうことが抑制されて、これによってもショートが発生が回避できる。このため、引き回し電極 16 やそれに繋がる側面電極 14b の脚部側面 11b から主面 11a への回り込み寸法を小さく設計しておく必要はなく、引き回し電極 16 と側面電極 14b との接続状態の信頼性を良好に確保することができてこの両者間での断線の発生を防止することができる。

【0046】

更に、上記図 3 に示す構成を採用した場合、側面電極 13b, 14b 及び引き回し電極 16 の主面 11a, 12a への回り込み寸法を大きく確保したことで、この部分の電極をミールリングによって部分的に除去したり、この部分に更に電極材料を蒸着させることにより振動特性の微調整（周波数調整等）を行うことも可能である。従来の音叉型振動子にあっては、各脚部 11, 12 の先端部付近に形成されている電極、つまり比較的面積が広く形成されている電極に対してのみしかミールリングや蒸着を行うことができなかったが、図 3 の構成によれば、このミールリングや蒸着を可能とするエリアの拡大を図ることができる。

【0047】

また、後述するシミュレーション結果に示すように、溝部 11c, 12c や溝内電極 13a, 14a の位置を上記の如き設定した場合であっても、CI 値を劣化させてしまうことは殆どない。つまり、音叉型振動片 1 の振動特性に悪影響を与えることなしに上記ショート及び断線を回避することが可能である。以下、このシミュレーションについて説明する。

【0048】

このシミュレーションは、音叉型水晶振動片 1 の各脚部 11, 12 に形成されている溝部 11c, 12c や溝内電極 13a, 14a の形成位置を変化させた場合のそれぞれについて CI 値を演算したものである。また、本シミュレーションでは、図 1 に示すように、溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a が矩形状に形成されたものについて実施した。

【0049】

図 4 は、溝内電極 13a, 14a の位置を脚部 11, 12 の幅方向の中央に位置させ、溝部 11c, 12c の位置を脚部 11, 12 の幅方向に変位させた場合のそれぞれの CI 値を示している。図 4 (a) は溝部 11c, 12c の幅寸法が  $53\mu\text{m}$  のもの、図 4 (b) は溝部 11c, 12c の幅寸法が  $38\mu\text{m}$  のものについてのシミュレーション結果である。また、各図の横軸のオフセット値は、「0」は溝部 11c, 12c の位置を脚部 11, 12 の幅方向の中央に位置させたものであり、「+」側が脚部 11, 12 を外側にオフセットさせたもの、「-」側が脚部 11, 12 を内側にオフセットさせたものである。それぞれオフセット寸法としては  $4\mu\text{m}$ 、 $8\mu\text{m}$  を採用している。

【0050】

また、図 5 は、溝部 11c, 12c の位置を脚部 11, 12 の幅方向の中央に位置させ、溝内電極 13a, 14a の位置を脚部 11, 12 の幅方向に変位させた場合のそれぞれの CI 値を示している。図 5 (a) は溝部 11c, 12c の幅寸法が  $53\mu\text{m}$  のもの、図 5 (b) は溝部 11c, 12c の幅寸法が  $38\mu\text{m}$  のものについてのシミュレーション結果である。また、各図の横軸のオフセット値は上記図 4 の場合と同様である。

【0051】

更に、図 6 は、溝内電極 13a, 14a の位置及び溝部 11c, 12c の位置を共に幅方向に変位させた場合のそれぞれの CI 値を示している。図 6 (a) は溝部 11c, 12c の幅寸法が  $53\mu\text{m}$  のもの、図 6 (b) は溝部 11c, 12c の幅寸法が  $38\mu\text{m}$  のもの

10

20

30

40

50



についてのシミュレーション結果である。また、各図の横軸のオフセット値は上記図 4 の場合と同様である。

#### 【0052】

以上のシミュレーション結果について考察すると、溝部 11c, 12c や溝内電極 13a, 14a の位置を外側にオフセットさせた場合の方が内側にオフセットさせた場合に比べて、そのオフセット値の絶対値が大きくなることに伴う C I 値の劣化割合は僅かであることが判る。特に、図 4 (b)、図 5 (a)、図 6 (a) については顕著であり、特に、図 4 (b)、図 5 (a)、図 5 (b) については、外側へのオフセット値が大きくなることに伴う C I 値の劣化は殆ど生じていない。従って、溝部 11c, 12c や溝内電極 13a, 14a の位置を脚部の幅方向の外側にオフセットさせたことによる振動特性への悪影響は殆ど生じないことが判る。つまり、本シミュレーションによって、本実施形態の構成によれば、振動特性に悪影響を与えることなしに、電極同士の短絡等の電氣的な不良を回避することが可能であることが確認できたことになる。

10

#### 【0053】

##### －変形例－

図 7 は、溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a の形状の変形例を示している。この図に示すように、本例のものでは、脚部 11, 12 の基端部分については、引き回し電極 16 や側面電極 14b, 13b の上面 11a, 12a への回り込み寸法を更に大きく確保できるようにしている。そのために、この脚部 11, 12 の基端部分については、溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a の形成位置を外側に大きくオフセットさせている。

20

#### 【0054】

言い換えると、脚部 11, 12 の基端部分とそれ以外の部分とでは、溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a の幅寸法及び外側へのオフセット寸法を互いに異ならせた構成となっている。更に言い換えると、振動中心点 O を通り且つ脚部 11, 12 の延長方向に沿って延びる中心線 L から溝部 11b, 12b の幅方向中心位置までの距離及び上記中心線 L から溝内電極 13a, 14a の幅方向中心位置までの距離が、上記中心線 L から脚部 11, 12 の幅方向中心位置までの距離よりも共に長く設定されているだけでなく、脚部 11, 12 の基端部分とそれ以外の部分とでは、その距離が異なっている。つまり、脚部 11, 12 の基端部分の方が、中心線 L から溝部 11b, 12b の幅方向中心位置までの距離及び中心線 L から溝内電極 13a, 14a の幅方向中心位置までの距離が、脚部 11, 12 の基端部分以外の部分の各距離よりも大きく（オフセット量が大きく）設定されているものである。

30

#### 【0055】

この構成によれば、引き回し電極 16 と側面電極 14b との接続状態の信頼性をよりいっそう良好に確保することができてこの両者間での断線の発生を確実に防止することができる。

#### 【0056】

また、本変形例の構成について図 7 に示す寸法 D を変化させた場合の C I 値の変化状態についてのシミュレーションを行った。その結果を図 8 に示す。この図 8 から判るように、寸法 D が大きくなることに伴う C I 値の劣化は殆ど生じていない。従って、本変形例の構成にあつては、振動特性に悪影響を与えることなしに、引き回し電極 16 と側面電極 14b との接続状態の信頼性をよりいっそう良好に確保することが可能であることが判る。

40

#### 【0057】

##### －その他の実施形態－

上述した実施形態では、溝部 11c, 12c 及び溝内電極 13a, 14a のオフセット値を同一に設定していた。これは、溝内電極 13a, 14a の中心を溝部 11c, 12c の中心に一致させ、溝部 11c, 12c の内部全体に亘って溝内電極 13a, 14a が形成されるようにするためである。本発明はこれに限らず、溝部 11c, 12c のオフセット値と溝内電極 13a, 14a のオフセット値とを異なる値に設定したり、溝部 11c, 1

50

2 c のみをオフセットさせたり、溝内電極 1 3 a , 1 4 a のみをオフセットさせてもよい。

【0058】

また、必ずしも 2 本の脚部 1 1 , 1 2 の両方において、溝部 1 1 c , 1 2 c 及び溝内電極 1 3 a , 1 4 a をオフセットさせておく必要はなく、一方の脚部 1 1 , ( 1 2 ) の溝部 1 1 c , ( 1 2 c ) のみ、一方の脚部 1 1 , ( 1 2 ) の溝内電極 1 3 a , ( 1 4 a ) のみ、一方の脚部 1 1 , ( 1 2 ) の溝部 1 1 c , ( 1 2 c ) 及び溝内電極 1 3 a , ( 1 4 a ) のみをオフセットさせた構成としてもよい。

【0059】

また、上記実施形態では、2 本の脚部 1 1 , 1 2 を備えた音叉型水晶振動片 1 に本発明を適用した場合について説明したが、本発明はこれに限らず、3 本以上の脚部を備えた音叉型水晶振動片に適用することも可能である。この場合、偶数本の脚部を備えた音叉型水晶振動片にあっては、全ての脚部または、音叉型水晶振動片 1 中心線（上記直線 L）から略等距離にある一対の脚部で成る脚部対に対して溝部や溝内電極の形成位置をオフセットさせることになる。一方、奇数本の脚部を備えた音叉型水晶振動片にあっては、中央の脚部を除く他の脚部の全てまたはその一部に対して溝部や溝内電極の形成位置をオフセットさせることになる。

10

【0060】

尚、このように 3 本以上の脚部を備えた音叉型水晶振動片に対して本発明を適用する場合にも、溝部のオフセット値と溝内電極のオフセット値とを異なる値に設定したり、溝部のみをオフセットさせたり、溝内電極のみをオフセットさせてもよい。更には、一部の脚部の溝部のみ、一部の脚部の溝内電極のみ、一部の脚部の溝部及び溝内電極のみをオフセットさせた構成としてもよい。

20

【0061】

更に、上記実施形態では、圧電材料として水晶を使用した場合について説明したが、その他、ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウムなどを使用した振動片に対しても適用可能である。

【0062】

【発明の効果】

以上のように、本発明では、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線から溝部の幅方向中心位置までの距離を、上記中心線から脚部の幅方向中心位置までの距離よりも長く設定している。これにより、溝部の位置が側面電極から遠ざかる位置に形成されることになり、この溝部のエッジの影響によって溝内電極の主面への回り込み寸法が適切に得られない状況となっても溝内電極が側面電極や引き回し電極に接触してしまいうことが抑制されてショート等の電氣的な不良を回避することができる。

30

【0063】

また、振動中心点を通り且つ脚部の延長方向に沿って延びる中心線から溝内電極の幅方向中心位置までの距離を、上記中心線から脚部の幅方向中心位置までの距離よりも長く設定している。このため、溝内電極の位置が側面電極から遠ざかる位置に形成されることとなるため、この溝内電極が側面電極や引き回し電極に接触してしまいうことが抑制されてショート等の電氣的な不良を回避することができる。その結果、引き回し電極やそれに繋がる側面電極の脚部側面から主面への回り込み寸法を小さく設計しておく必要はなく、引き回し電極と側面電極との接続状態の信頼性を良好に確保することができてこの両者間での断線等の電氣的な不良を回避することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】実施形態に係る音叉型水晶振動片を示す図である。

【図 2】図 1 における I I - I I 線に沿った断面図である。

【図 3】主面への電極の回り込み寸法を大きく設定した場合の図 1 相当図である。

【図 4】溝部の位置を脚部幅方向に変位させた場合のシミュレーション結果を示す図である。

50

【図 5】溝内電極の位置を脚部幅方向に変位させた場合のシミュレーション結果を示す図である。

【図 6】溝部の位置及び溝内電極の位置を共に脚部幅方向に変位させた場合のシミュレーション結果を示す図である。

【図 7】変形例における図 1 相当図である。

【図 8】変形例におけるシミュレーション結果を示す図である。

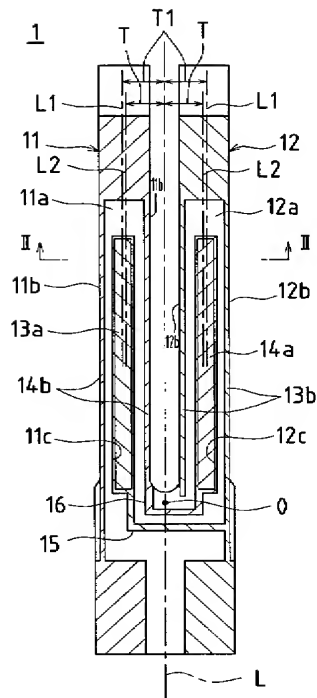
【図 9】従来例における図 1 相当図である。

【符号の説明】

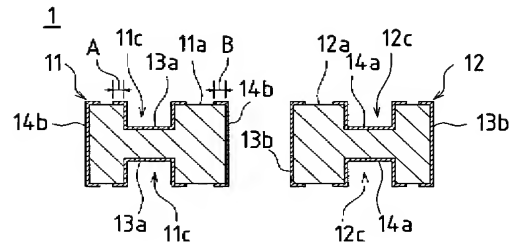
- 1 音叉型振動片
- 1 1, 1 2 脚部
- 1 1 a, 1 2 a 主面
- 1 1 b, 1 2 b 側面
- 1 1 c, 1 2 c 溝部
- 1 3 a, 1 4 a 溝内電極
- 1 3 b, 1 4 b 側面電極

10

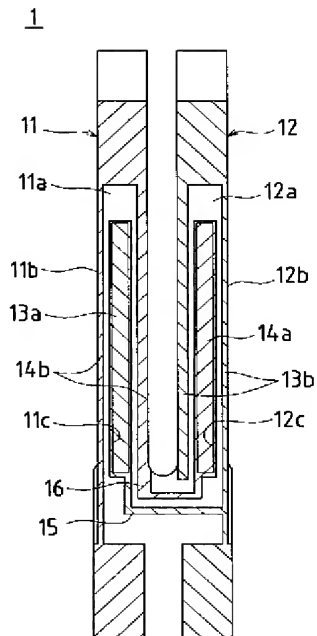
【図 1】



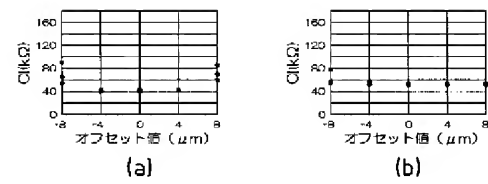
【図 2】



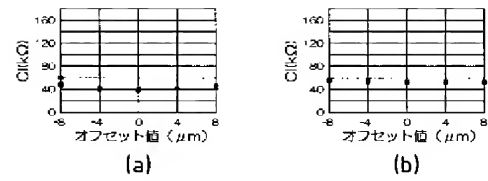
【図 3】



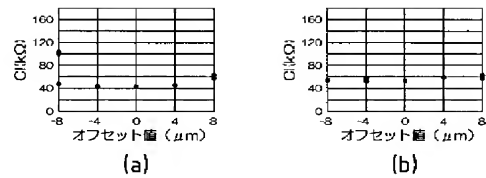
【図 4】



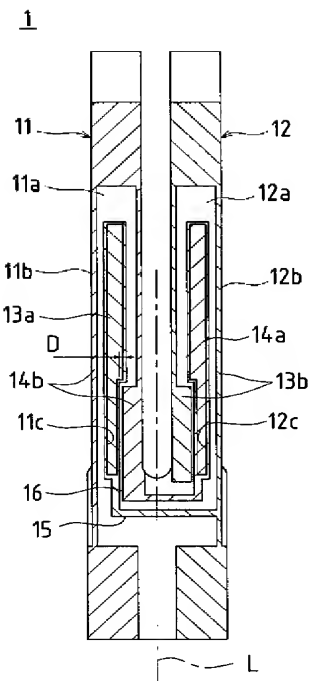
【図 5】



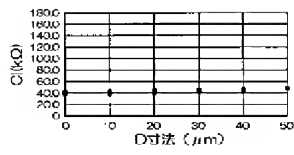
【図 6】



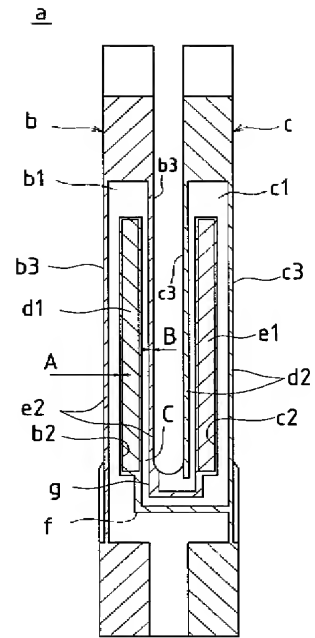
【図 7】



【図 8】



【図 9】



**PAT-NO:** JP02004120556A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2004120556 A  
**TITLE:** TUNING FORK TYPE VIBRATION  
PIECE AND TUNING FORK TYPE  
OSCILLATOR  
**PUBN-DATE:** April 15, 2004

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SATO, SHUNSUKE	N/A
FUJII, SATOSHI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
DAISHINKU CORP	N/A

**APPL-NO:** JP2002283333  
**APPL-DATE:** September 27, 2002

**INT-CL (IPC):** H03H009/19

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To avoid electrical defects such as short circuit, etc., of electrodes to each other, formed on the surface of a vibration piece with respect to a tuning fork type crystal vibration piece and a tuning fork type oscillator which are provided with groove parts in leg parts with local electrodes formed inside.

**SOLUTION:** The positions of the grooves 11c and 12c and the electrodes

13a and 14a in the grooves formed in the leg parts 11 and 12 are offset to an outer side from the middle position of the leg parts 11 and 12 in a width direction. This can prevent the electrodes 13a and 14a from coming into contact with a dragging about electrode 16 and a lateral electrode 14b without deteriorating the CI value.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO